

Válasz
Dr. Zöld András
„Irodaépületek hő- és levegőminőségi komfortjának elemzése” című
MTA doktori értekezésről írt bírálatára

09. 03.

Köszönöm Professzor Úrnak, hogy elvállalta értekezésem bírálatát, köszönöm a beérkezett bírálatát. A bírálatra az alábbiakban válaszolok, idézem dőlt betűvel a bírálat vonatkozó részét, majd követi válaszom.

Tartalmi értékelés

1. Bíráló észrevétel

„Az értekezés bevezető fejezetének néhány megállapítását vitatom. Jelölt szerint „... a komfort biztosítása irodákban fontosabb, mint más terekben, ...” de például egy iskolában is hasonló a tartózkodási idő és ott is szellemi munka folyik, aminek a hatékonysága nem kevésbé fontos. Némileg ellentmondásos kijelentés, hogy „...az energiamegtakarítás...kihatása ...az emberre, komfortérzetére...változó, gyakran kedvezőtlen” ugyanakkor a későbbiekben az új energetikai szabályozás kedvező hőérzeti hatását taglalja.”

Válasz:

A párhuzamba állításnál az alábbiakról írtam:

„A komfort igények szempontjából kiemelt jelentőségük van az irodáknak. Az itt dolgozó emberek fokozott koncentrációt igénylő szellemi munkát végeznek. Emiatt a komfort biztosítása irodákban fontosabb, mint más terekben, pl. étterem, színház, mozi stb. esetében. Az utóbbi terekben az emberek szórakoznak, kikapcsolódnak, pihennek. Természetesen itt is szigorú követelményeket kell teljesíteni, azonban ezekben a terekben a személyek a munkaidőnél rövidebb időtartamot töltenek.” (9. oldal)

A hőkomfort szempontjából az egyes terek esetében az alapvető különbséget abban látom, hogy az adott térben szellemi/fizikai munkavégzés történik, avagy alapvetően szórakoznak, hobbyjuknak élnek. Előbbi esetben a bent tartózkodás ideje és a tevékenységük a személyek számára előírt, míg az utóbbi esetben erről szabadon dönthetnek és a bent tartózkodás ideje rövidebb a 8 órás munkanapnál.

Természetesen az iskolákban is fontos a komfort (pl. nyáron a klimatizálás). A diákok más életkori sajátosságai (életkor, metabolizmus, testtömeg, testmagasság, hőtermelés) miatt a szakirodalom külön kezeli ezt a területet. Nem beszélve a szintén komforttér bölcsődékről, óvodákról.

Az energia megtakarítás és a komfort látszólagos szembeállításával arra utaltam, hogy a „fűtés csökkentés” valójában energia megtakarítás a komfort rovására (pl. lakásban fűtés csökkentés éjjel).



2. Bírálói észrevétel

„A második fejezet a szakirodalom elemzését tartalmazza. Ennek elején olvashatunk a kutatás céljáról, ami elvileg annak tisztázása, hogy az „...etnikum, nem, kor eltéréseiből adódó sajátosságok” miatt kell-e differenciálni a méretezési alapadatokat és az értékelést, Ami a ténylegesen elvégzett kutatást illeti, az etnikum vélelmezhetően magyar, a nem és a kor szerinti differenciált vizsgálatokra pedig nem került sor.”

Válasz:

A szakirodalom feldolgozása alapján idéztem kutatók etnikumra, nemre, életkorra vonatkozó felvetéseit Fanger PMV – PPD modellel kapcsolatban.

A kutatási céllal kapcsolatban írtam: „...Kutatómunkám egyik fontos célja az volt, hogy a hazai környezetben vizsgáljam a hő- és levegőminőségi komfortot. Az alkalmazott alanyok is a hazai életmód, szokás, öltözködési és munkakultúrát reprezentálták.” (15. oldal). Nem szerepelt a célok között az etnikum, nem, kor eltéréseiből adódó sajátosságok vizsgálata.

3. Bírálói észrevétel

„A 21. oldalon olvasható elemzéssel kapcsolatban kételyeim támadtak. Ha a hősemlegesség (vagy más szavakkal a kellemes hőérzet) PMV=0 mellett alakul ki, akkor hogyan értendő az, hogy egyes kutatók szerint a kellemes hőérzet más PMV értékeknél jön létre? Ezek szerint a PMV értékek helytől, időponttól, célcsoporttól függően változnak, vagyis a PMV skála nem általános érvényű?”

Válasz:

Fanger professzor kidolgozott módszere honosított szabványban (MSZ EN ISO 7733:2006) is rögzítve van, általánosan alkalmazzák, mi is hazánkban. Az etnikum, éghajlat, életmód, helyi sajátosságok miatti eltérés a kutatók számára mindig megfogalmazódó kérdés volt. „Több kutató vizsgálta élő alanyokkal a PMV – PPD kapcsolatot a saját országuk, éghajlati, öltözködési és munkakultúra adottságai mellett. A hőérzeti értékelést elvégezték műszeres méréssel, valamint hőérzeti skálán felméréssel. A PMV mérés eredményeivel párhuzamosan meghatározható volt az aktuális hőérzeti érték (AMV, „actual mean vote”) is [40].” - írom a disszertációm 22. oldalán. Bemutatom különböző kutatók eredményeit:

- Araújo & Araújo (1999)
Brazíliában középiskolai és egyetemi oktatási épületekben végzett helyszíni vizsgálatokat.
- Yoon (1999)
Koreában, klímakamrában végezte a vizsgálatokat.
- Mayer (1997)
Németországban, klímakamrában végezte a kutatómunkát.
- De Paula Xavier & Roberto (2000)
A helyszíni vizsgálatokat Brazíliában, iskolában végezte.



A kutatók mérési eredményeik alapján a Fanger modell alapján mért hőérzeti érték (PMV), valamint a helyszíni mérésbe bevont élőalanyok hőérzeti értékelése (AMV) közötti eltérést számszerűsítették. Ugyanakkor igaz az irodalomkutatás eredménye alapján, ahogy írom a disszertációban (23. oldal):

„Fanger a módszer megalkotásakor is jelezte, hogy a PMV modell klimatizált épületekben, nem szélsőséges hőkönyezetben ($-2 < \text{PMV} < +2$) és mérsékelt égövön használható nagy pontossággal. A kiterjesztése további kutatásokat igényel. A modell megalkotása óta eltelt öt évtized igazolta eredményes alkalmazhatóságát. Különböző kutatók eredményei is ezt igazolták, illetve a modell kiterjesztését próbálták megoldani. Ebben igazi változás a szabványok felülvizsgálata során sem történt, ezt tartalmazza az ISO 7730:2005. Az ASHRAE Standard 55-ben a PMV modell használatát kiterjesztették minden komfort épület típusra, amennyiben a termikus környezetet leíró fizikai jellemzők a modell értelmezési tartománya szerint megfelelőek (MSZ EN ISO 7730:2006).”

Az elmúlt évtizedekben több helyszíni komfortmérést, értékelést végeztünk elsősorban irodaházakban a megfogalmazott hőérzeti panaszok miatt. A mérési eredmények az adott épületben igazolták, hogy a hőérzeti panaszok jogosak. A nemzetközi szakirodalomban publikált eredmények (PMV – AMV) miatt tűztük ki kutatási célként a PMV – AMV kapcsolat vizsgálatát hazai környezetben, a tudományos kutatás módszereit alkalmazva. A helyszíni mérések lehetőségét felhasználva a hősemlegesség komfort feltételeinek ellenőrzésére koncentráltunk.

A helyszíni mérési eredmények azt igazolták, hogy a hazai sajátosságok (öltözködés, munkakultúra, épület, időjárás) mellett a PMV – PPD modell jól alkalmazható. **A mérési eredmények alapján megállapítottam, hogy a nemzetközi szakirodalomban megadott adatokhoz viszonyítva a kellemes hőérzethez kis mértékben melegebb hőkönyezet szükséges. Bár energetikai szempontból előnyös a belső hőmérséklet kismértékű csökkentése, azonban ez hőérzeti okok miatt nem javasolt.** Az eltérést számszerűsítettem:

-A tevékenységi szint 1 met és a ruházat 1 clo esetében az AMV érték kicsivel alacsonyabb:

$$\text{AMV} = \text{PMV} - 0,065$$

- A tevékenységi szint 1,2 met és a ruházat 1 clo esetében az AMV érték alacsonyabb:

$$\text{AMV} = \text{PMV} - 0,565$$

A PMV és AMV közötti függvénykapcsolatok a vizsgált hőkönyezet alapján $-1,7 \leq \text{PMV} \leq +0,5$ tartományban érvényesek.

Válaszolva Bíráló további kérdésére, nem volt céloom földrajzi hely és célcsoport specifikus PMV – PPD függvény kidolgozása. A PMV – AMV kapcsolatot a hősemlegesség szempontjából vizsgáltam a helyszíni mérések során, az adott környezet reprezentálta a hazai sajátosságokat (öltözködés, munkakultúra, épület, időjárás). A téli környezet teszi lehetővé a diszkomfort hatások minimalizálását, kizárását. A Fanger féle PMV – PPD modell nem veszi

figyelembe a helyi diszkomfort tényezőket: aszimmetrikus sugárzás, huzathatás, vertikális hőmérséklet differencia, hideg- és meleg padlók, sugárzási aszimmetria. A diszkomfort tényezők hatásának értékelésére külön módszerek vannak kidolgozva.

Nyári esetben is végeztünk helyszíni méréseket. A jelentős időben változó külső hőterhelés, valamint a télitől eltérő üzemmódból adódó hatások miatt instacioner a folyamat. **A kutatási célban megfogalmazott PMV – AMV kapcsolat vizsgálata nyáron a helyszíni mérések során az említett okok miatt gyakorlatilag lehetetlen.**

4. Bírálói észrevétel

„Ebben a témakörben is említi a „Fanger skálát”, ami ebben az esetben egy -1 - +1 tartományt fed le. Az ugyanitt ismertetett hedonic skála nem tisztázott: a 2.14. ábra egy ötponos piktogramos skálát mutat, a szövegben 9 pontos skála is említésre kerül.”

Válasz:

Az épületgépészeti kutatások során a **belsőlevegő-minőség vizsgálatok** a fokozatmentes Fanger-skálát (-1, – +1), valamint az 5-pontos Hedonic-skálát alkalmazzák. A parfümök szaghatásának értékelése során is az 5-pontos Hedonic-skála terjedt el. A kutatómunkámban én is ezt a két skálát alkalmazom. Továbbá megemlítem a szakirodalom alapján, hogy az élelmiszeriparban alkalmazzák a 9-pontos diszkrét értékeket tartalmazó skálát. Épületgépészeti relevancia hiányában, valamint terjedelmi okok miatt a 9-pontos skáláról nem írok részletesen, csak megemlítem a teljességre törekedve.

5. Bírálói észrevétel

„...a PMV és az AMV értelmezése a diszkomfort tényezők kizárásával (ez egy vitatható megközelítés, hiszen a komfortot befolyásoló tényezők egy részét kizárjuk, csak egy, a „zavaró”, de nagyon is valós tényezőket kizáró lecsupaszított környezetet vizsgálunk)...”

Válasz:

A PMV – PPD modell nem veszi figyelembe a diszkomfort tényezőket (huzathatás, vertikális hőmérséklet-differencia, hideg- és melegpadlók, sugárzási aszimmetria). A diszkomfort tényezők hatásának ellenőrzése erre a feladatra kidolgozott külön módszer alapján történik. Emiatt kellett a téli üzemállapotot választanom. A bírálatban is említett „zavaró” tényezők figyelembevétele a diszkomfort ellenőrzés módszerével lehetséges.

6. Bírálóí észrevétel

„A 4. fejezet a kutatás során alkalmazott módszereket és berendezéseket ismerteti. A leírás szerint a felmérés öt óra leforgása alatt történt meg. Mivel 21 pontban történt adatfelvétel kérdés, hogy az egy-egy pontban rendelkezésre álló idő (14,5 perc) és a műszerek áthelyezéséhez, beállításához szükséges idő hogyan viszonyulnak egymáshoz?”

Válasz:

Valamennyi hőkomfort mérés az épület 3. emeletén történt 14 irodahelyiségben (M1. Melléklet). A műszerek áttelepítése, valamint a mérés a 14,5 perces mérési pontonként rendelkezésre álló átlagidő alatt elvégezhető volt. A mellékletben is bemutatott alaprajzon is látható, hogy a műszerek áttelepítése egy épült szinten, irodán belül, vagy szomszédos irodák között történt. Ennek időigénye nem haladta meg az 1-2 percet. A műszernél az egyensúlyi állapot beálltának ellenőrzése mindig megtörtént.

7. Bírálóí észrevétel

„A leírás szerint az alanyok a hőkomfort kérdőíven, ötfokozatú skálán jelölték meg ítéletüket. Nem világos, hogy ennek a skálának mi köze van Fanger és az ASHRAE hétfokozatú skálájához, amelyen a műszeres mérések eredményeit kifejezik. Bíráló tájékoztatlanságának tudható be, hogy az ötfokozatú skálával eddig nem találkozott, nem ismer olyan mértékadó publikációkat, vagy AHRAE Transaction-t, amely ennek a létezését, a nemzetközi gyakorlatban való alkalmazását bizonyítaná.”

Válasz:

A hőkomfort szubjektív értékeléséhez különböző hőkomfort skálák léteznek. Természetesen ezek elsősorban a hőkomfort kutatással, azon belül is élőalanyos helyszíni méréseket végző kutatók körében használatosak. A nemzetközi szakirodalomban az alábbi hőkomfort skálák találhatóak. Az eredeti angol nyelvű változatot és a magyar megfelelőjét is bemutatom:

A nemzetközi szakirodalomban szereplő és alkalmazott hőkomfort skálák:

7- pontos hőkomfort skála

Thermal sensation — Thermikus hőérzet

Thermal sensation 7-point scale of American Society of Heating Refrigerating and Air-Conditioning Engineers (ASHRAE)

Cold	-3	hideg
Cool	-2	hűvös
Slightly cool	-1	kissé hűvös
Neutral	0	semleges
Warm	1	meleg
Hot	2	forró

5- pontos hőkomfort skála + nálunk alkalmazott elnevezés

Thermal preference — Hő preferencia

Much warmer	-2	sokkal melegebb	<i>meleg</i>
Slightly warmer	-1	kissé melegebb	<i>kissé meleg</i>
no change	0	nincs változás	<i>kellemes</i>
Slightly cooler	1	kissé hűvösebb	<i>hűvös</i>
Much cooler	2	sokkal hűvösebb	<i>hideg</i>

6- pontos hőkomfort skála

Overall comfort — Általános comfort

Very comfortable	1	nagyon kellemes
Comfortable	2	kellemes
Slightly comfortable	3	kissé kellemes
Slightly uncomfortable	4	kissé kellemetlen
Uncomfortable	5	kellemetlen /kényelmetlen
Very uncomfortable	6	nagyon kellemetlen /nagyon kényelmetlen

2- pontos hőkomfort skála

Thermal acceptability — Termikus elfogadhatóság

Acceptable	1	elfogadható
Not acceptable	0	elfogadhatatlan

Mi a kutatómunkában az 5-pontos skálát választottuk, mivel a hősemlegesség vizsgálata volt az elsődleges cél.

Az 5-pontos hőérzeti skála elterjedése a nemzetközi szakirodalomban

a., Az 5-pontos hőérzeti skála szerepel pl. a következő két kiválasztott nemzetközi folyóirat cikkben:

1.

„Challenging the assumptions for thermal sensation scales” cikk, mely megjelent:

Building Research & Information, 2017, VOL. 45, NO. 5, 572–589,

<http://dx.doi.org/10.1080/09613218.2016.1183185> folyóiratban jelent meg.

Szerzői:

Marcel Schweiker ^{a,b}, Xaver Fuchs, ^{b,c}, Susanne Becker ^{b,c}, Masanori Shukuya ^d, Mateja Dovjak ^e, Maren Hawighorsta and Jakub Kolarik ^f



Kutatóhelyek:

- a, Building Science Group, **Karlsruhe Institute of Technology**, Karlsruhe, Germany;
- b, **Heidelberg Academy of Sciences and Humanities**, Heidelberg, Germany;
- c, Department of Cognitive and Clinical Neuroscience, Central Institute of Mental Health, Medical Faculty Mannheim, **Heidelberg University**, Mannheim, Germany;
- d, Laboratory of Building Environment, **Tokyo City University**, Yokohama, Japan;
- e, Buildings and Constructional Complexes, Faculty of Civil and Geodetic Engineering, **University of Ljubljana**, Ljubljana, Slovenia;
- f, Section for Building Energy, Department of Civil Engineering, **Technical University of Denmark**, Kongens Lyngby, Denmark

A cikkben szerepel a 4, 5, 7, -pontos hőérzeti skála és az alkalmazása.

Az 5-pontos hőérzeti skálát bemutató további folyóirat cikk

2.

„Adaptive thermal comfort in university classrooms in Malaysia and Japan” cikk, mely megjelent:

Building and Environment, 122 · June 2017

DOI: 10.1016/j.buildenv.2017.06.016

Szerzői:

Sheikh Ahmad Zaki^a, Siti Aisyah Damiaty^a, Hom Bahadur Rijal^b, Aya Hagishima^c, Azli Abd Razak^d

Kutatóhelyek:

- a, Malaysia-Japan International Institute of Technology, **Universiti Teknologi Malaysia**, Kuala Lumpur, Malaysia
- b, Faculty of Environmental Studies, **Tokyo City University**, Yokohama, Japan
- c, Interdisciplinary Graduate School of Engineering Science, **Kyushu University**, Fukuoka, Japan
- d, Faculty of Mechanical Engineering, **Universiti Teknologi MARA**, Shah Alam, Malaysi

A cikkben a 2, 5, 6, és 7- pontos hőérzeti skálák szerepelnek.

Mint az előző példából is látszik az 5-pontos hőérzeti skála a nemzetközi szakirodalomban is elterjedt, alkalmazott hőérzeti értékelési módszer. A bemutatott két cikk szerzői, kilenc különböző egyetemen dolgoznak Németországban, Dániában, Szlovéniában, Japánban és Malaysiában.

Az 5-pontos hőérzeti skálát Houghten és Yaglou vezette be a hőkomfort kutatásba 1923-ban.



b., Az 5 pontos hőérzeti skála rangos szakkönyvben is megtalálható:

Ventilating Cities: Air-flow Criteria for Healthy and Comfortable Urban Living

2012. jan. 3., 198 oldal

ISSN: 2194-315X3.

Szerzők: Shinsuke Kato, Kyosuke Hiyama

Kiadó: Springer Science & Business Media, Springer Geography

Nikolopoulou és társai (2001) a kültéri hőkomfort-felmérést végezték Cambridge-ben, az 5-pontos hőérzeti skálát használták.

8. Bírálói észrevétel

„Abból, hogy (met értéktől függően) a $PMV = -0,67$, illetve $-0,17$ értéknél adódik a „hősemlegességi pont” az következik, hogy ott van a PMV görbe lokális minimuma és ehhez viszonyítva a PMV - PPD függvény szimmetrikus, vagy a PMV görbe marad a helyén, de tudomásul vesszük, hogy a vizsgált esetben az optimális hőérzet nem a függvény minimum helyénél van? Ebben az esetben a PPD értékek nem szimmetrikusan alakulnak? Mindezzel együtt hogyan értendő a Fanger egyenletek alkalmazására vonatkozó megállapítás?”

Válasz:

Kutatómunkám során a hősemlegességet vizsgáltam helyszíni mérés során irodában. A mérési eredmények elemzése alapján jutottam az alábbi következtetésekre:

- a tevékenységi szint 1 met és a ruházat 1 clo esetében az AMV érték kicsivel alacsonyabb:

$$AMV = PMV - 0,065$$

- a tevékenységi szint 1,2 met és a ruházat 1 clo esetében az AMV érték alacsonyabb:

$$AMV = PMV - 0,565$$

A vizsgált hőkörnyezet alapján megállapításaim a $-1,7 \leq PMV \leq +0,5$ tartományban érvényesek.

A hősemlegességet két módon vizsgáltam. Egyrészt hőkomfort skálán értékelték komfortérzetüket az alanyok. Az élőalanyok adott helyen, adott időpontban tényleges hőérzetüknek megfelelően a hőkomfort skálán egy adott választ jelölhettek be. Egyidejűleg Thermal Comfort Meter műszerrel mértem a PMV értéket. A műszeren a ruházat hőszigetelő jellemzője (clo érték), valamint a tevékenységi szint jellemzője (met érték) két forgógomb kezelőn állítható be. Ezen értékek a nemzetközi gyakorlatnak megfelelően a szakirodalom táblázatai alapján lettek megválasztva, figyelembe véve a tényleges irodai környezetet. A ruházatra vonatkozóan egyértelmű volt a helyzet (1 clo). A tevékenységi szint esetén az 1 met érték a jellemző. Mivel intenzív irodai munkára már az 1,2 met vonatkozik a nemzetközi szakirodalomban, ezen érték mellett is elvégeztem a műszeres mérést. A vizsgált irodában az 1 met munkaintenzitás volt a reális érték. A továbbiakban a műszeres mérés és a szubjektív élőalanyos kiértékelés eredmények kapcsolatát vizsgáltam.



A PMV mérési helyeken mért levegő hőmérséklet és páratartalom eredmények és a többi mérési helyen mért hőmérséklet és páratartalom eredmények homogenitását vizsgáltam IBM SPSS Statistics program segítségével Mann-Whitney U, Wilcoxon W és kétmintás Kolmogorov-Smirnov próbával. Mindegyik próba igazolja a homogenitást, igaz a hőmérsékletek azonosságát kisebb szignifikancia szinten, mint a páratartalmak esetében. Az eredményekből megállapítható, hogy 0,01-es szignifikancia szinten mindegyik próba elfogadja azt, hogy a PMV mérési helyeken mért hőmérséklet és páratartalom azonos eloszlást követett a nem PMV mérési helyeken mért hőmérséklet és páratartalom értékekkel (3. emeleten). Ez igazolta, hogy a kérdőívekre adott válaszok mind figyelembe vehetők a homogén hőkomfort környezet miatt.

Így a vizsgálati eredmények alapján a hősemlegesség $AMV = 0$, $PMV = +0,065$ értéknél áll elő. A $PMV = +0,065$ a műszaki gyakorlat szempontjából $PMV \approx 0$ -nak tekinthető. **Mivel igazolódott a hősemlegesség $PMV = 0$ esetén, így jutottam arra a következtetésre, hogy Fanger PMV modellje korrekció nélkül alkalmazható a hazai sajátosságok mellett.** A PMV görbe alakjára vonatkozóan a méréssorozatból nem vonhatók le következtetések. A $PMV - PPD$ a görbe alakja nem kérdőjeleződött meg. A diagram alakja klímakamra mérések során ellenőrizhető különböző komfort paramétereket beállítva. A helyszíni mérések alapján igazolást nyert, hogy $PMV = 0$ hőkönyezet megfelel a hősemlegességnek a hazai sajátosságok (öltözködés, munkakultúra, épület, időjárás) mellett.

9. Bírálói észrevétel

„A kérdőív a környezet hűvös, kellemes megítélését öt fokozat egyikének bejelölését tette lehetővé. „A kérdőív a levegő nedvességére (száraz, megfelelő, párás), valamint a frisslevegő ellátásra vonatkozóan (léghiányérzet, megfelel, kellemes) is kért adatokat. A kérdőív kitöltése során egyéb észrevételeket (zajos, huzatérzet, bezártság-érzet) is jelezhettek az irodai dolgozók.” A levegőhőmérséklet és páratartalom műszeres mérését az összes irodahelyiségben elvégezték az iroda közepén, a tartózkodási zónában. Mindazonáltal a hőérzet megítélésén túl a kérdőíveken adott válaszoknak nincs nyoma az értekezésben.”

Válasz:

A kérdőív valóban kért adatokat a levegő nedvességére, a frisslevegő ellátásra, a zajosságra, huzatérzetre, valamint a bezártság-érzetre vonatkozóan is. A helyszíni komfortmérések gyakorlatának megfelelően a kutatás tárgyát képező ténylegesen vizsgált paraméterek mellett azért kértünk a mérés körülményeire vonatkozóan további adatokat, hogy kizárhatók legyenek a mérés hitelességét megkérdőjelezhető zavaró körülmények. Ezen adatok felvétele ezt a célt szolgálta további értékelés nélkül.

10. Bírálói észrevétel

„A dolgozatban az áll, hogy „...a 0,01-es szignifikancia szinten mindegyik próba elfogadja azt, hogy a PMV mérési helyeken mért hőmérséklet és páratartalom azonos eloszlást követett a nem PMV mérési helyeken mért hőmérséklet és páratartalom értékekkel (3. emeleten). Ugyanakkor meg kell jegyezni, hogy a $p = 0,08$ érték alig haladja meg a szignifikancia válasszon szintjét (0,05).” A kérdésem az, hogy melyik szignifikancia szintet kell figyelembe venni?”

Válasz:

A homogenitás vizsgálatnál a szokásos gyakorlatnak megfelelően a levegő hőmérséklet és a páratartalom műszeres mérés eredmények esetében 0,01 szignifikancia szintet választottam az egyes próbákra vonatkozóan. A hőkomfort tudományos kérdőívre adott válaszok esetében a homogenitás vizsgálatnál 0,05 szignifikancia szintet választottam (disszertáció 55. oldal) A kérdőív válaszok szubjektív eredmények, szemben a műszeres mérés eredményeivel. Ez indokolta a magasabb 0,05 szignifikancia szint megválasztását.

11. Bírálói észrevétel

„Bár korábban a kor és a nemek közötti lehetséges eltérésekről történt említés, az értékelésben kor és nemek szerinti differenciálásra nem került sor. A clo értékeket véleményem szerint még csak-csak meg lehet ránézésre becsülni, de nem világos, hogy miként történt a met, azaz a munka intenzitása szerinti megkülönböztetés, milyen feltételek szerint különítette el Jelölt ezt a csoportot?”

Válasz:

A szakirodalom feldolgozása során említettem külföldi kutatási eredményeket, melyek az alanyok neme és kora szerinti eltérés vizsgálatára vonatkoztak. A disszertációmban megfogalmazott célok között nem szerepel a nem és a kor szerinti különbség vizsgálata.

A műszeres mérésnél az 1 met munkaintenzitás, valamint az 1 clo ruhahőszigetelési érték választása teljesen egyértelmű volt számomra az adott irodaépületben a dolgozók ruházata és munkavégzésük intenzitása alapján a nemzetközi szakirodalmak alapján. Az irodai munkára vonatkozóan intenzív gépelés esetére 1,2 met érték vonatkozik. Az adott irodai környezetben ez az érték irreális. **A komfort mérőműszeren a ruházat és a tevékenységi szint beállítási érték módosításával erre az esetre vonatkozóan is kaptam mért PMV - PPD értékeket. Mindössze ennyi történt, nincs szó mérési eredmény csoportok létrehozásáról.** A műszeres mérés során még az 1 met és 0,8 clo esetre vonatkozóan is mértem PMV értéket. Ezzel szintén csupán annyi volt a célom, hogy lássam, mennyivel változik az adott irodai környezetben a PMV érték a ruházat és a metabolizmus adatainak módosításakor.



12. Bírálói észrevétel

„Az 5.1. ábra 0.8 clo-1.0 met-re is ad hisztogramot - a későbbiekben erre az alcsoportra vonatkozó adatok a szórás kivételével nem szerepelnek. Az 1 táblázatban a „Komfort kérdőív válaszok” semmilyen alcsoportok szerint sincsenek differenciálva. Az eredmények taglalásánál 1 met-1 clo és 1,2 met-1 clo alcsoportok szerepelnek. A 2. tézisben kettő, 3. tézisben három alcsoport szerepel — ez áttekinthetetlenné teszi, hogy történt-e differenciálás és ha igen, milyen alapon.”

Válasz:

Az előző válaszomat folytatva, a mérési eredmények alapján azt elemeztem, hogy a ruházat és a tevékenységi szint változása milyen mértékben befolyásolja a PMV és PPD értékeket az adott irodai környezetben. Nincs szó alcsoport létrehozásáról. Hőkomfort műszerrel mérhető volt, hogy a ruházat és a tevékenységi szint változtatása milyen mértékben befolyásolja a hőérzetet. Ezt számszerűsítettem a mérési eredmények szórása esetében. Látható, hogy a ruházat hőszigetelő képességének, valamint a tevékenységi szint növelésekor csökken a mérési eredmények szórása. Ez összhangban van azzal a szubjektív megítéléssel, hogy ha jobban felöltözünk, vagy intenzívebb fizikai munkát végzünk, akkor a hőérzet szempontjából az egyéni különbségek befolyása, hatása csökken. Ezt sikerült mérésrel alátámasztani és számszerűsíteni.

Nincs szó alcsoportok létrehozásáról, eszerinti differenciálásról. A mérésben résztvevő alanyok egyénenként adott hőkörnyezetre vonatkozóan csak egyféle értékelést tudnak adni. A műszeres mérésnél van mód arra, hogy a különböző ruházat (clo) és tevékenységi szint (met) mellett mérjük a PMV és PPD hőérzeti jellemzőket, mintha más ruházatú és tevékenységi szintű egyének lennének a térben.

13. Bírálói észrevétel

„A 6.8. — 6.15. ábrákon bimodális, teljesen aszimmetrikus és többcsúcsú hisztogramokon normáloszlás szerinti közelítést alkalmaz. Kérdés, hogy ez a közelítés nem túl erőltetett-e?”

Válasz:

Egyetértek Bírálóval, hogy erőltetettnek tűnhet a mérési eredmények hisztogramjának normál eloszlással való közelítése. Ugyanakkor mindig igaz, hogy a természetben a véletlenszerű események eredményei közelíthetők normál eloszlással. Emiatt végeztem el ezt a vizsgálatot.

14. Bírálói észrevétel

„Részletes korreláció analízissel megállapítást nyert, hogy a kétféle skála szerinti értékelés között kapcsolat van. Kérdéses, hogy ennek a vizsgálatnak mi lehetett az indítéka, hiszen ha ugyanazok a személyek ugyanazokat a mintákat értékelik kétféle skálán, akkor a kettő közötti korreláció evidens.”

Válasz:

A mérőalanyok két különböző skálán adtak levegőminőség értékelést egy-egy anyagminta esetében. A Hedonic-skálát 1950-es években alkották, ez egy nem szimmetrikus ötfokozatú ordinális skála. A Fanger-skálát az 1980-as években hozta létre Fanger professzor, ez egy

folytonos skála a $[-1, +1]$ zárt intervallumra vonatkozóan. A skálák eltérő jellegükből adódóan (fokozatos/fokozatmentes) hasonló jellemzőket vizsgálnak, de nem ugyan azt az eredményt adják. Az alkalmazási területük is eltérő. A Fanger-skálát a belsőlevegő-minőség témakörben, míg a Hedonic-skálát a parfüm és az élelmiszeripar területén alkalmazzák.

A skálák megfeleltetésével kapcsolatban irodalmi adatokat nem találtam, emiatt döntöttem arról, hogy vizsgálom a két skálán kapott eredmények kapcsolatát. Ezzel egyúttal a skálák validálása is megtörténik. Az eredmények alapján a Fanger skálán kapott érték átszámaztatható a Hedonic skálára.

Tanszékünk Macskásy komfort-klímatechnikai laboratóriuma - melynek tervezését és kivitelezését én vezettem - lehetővé tette ezen belsőlevegő-minőség kutatási program elvégzését. A kutatási munkának az volt a célja, hogy ugyanazon fizikai jellemzőről (anyagminták szaghatása) két teljesen eltérő skálán kapott értékei hogyan korrelálnak. Ezt értékeltem és számszerűsítettem a Pearson-féle r korrelációs mérőszám, a Kendal-féle τ rangkorrelációs mérőszám, valamint a Sperman-féle ρ rangkorrelációs mérőszám alapján. A két skála eltérő jellege indokolta a többféle korrelációs mérőszám alkalmazását.

Tézisek

1. tézis és 2. tézis

Bírálati észrevétel

„Mivel eddigi ismereteim szerint az ASHRAE hétfokozatú skálát alkalmaz az 1. és 2. tézist érdeemben akkor tudom megítélni, ha az ötfokozatú skála nemzetközi elfogadottságát Jelölt meggyőző adatokkal: publikációkkal, ASHRAE közleménnyel bemutatja. A két alcsoport kialakításának módjára is magyarázatot kell adni. A 2. tézis felesleges megállapításokkal kezdődik a tréningelt és nem tréningelt csoportokkal kapcsolatban.”

Válasz:

Az 5-pontos hőérzeti skála ismertségét, elterjedését, nemzetközi alkalmazását, a bemutatott rangos folyóiratokban (pl. Building Research & Information, valamint Building and Environment) és szakkönyvben (Ventilating Cities: Air-flow Criteria for Healthy and Comfortable Urban Living Kiadó: Springer Science & Business Media, Springer Geography) való megtalálhatóságát a 7. Bírálati észrevételre adott válaszomban részletesen ismertettem, bemutattam. Az alcsoportokról a 12. Bírálati észrevételre adott válaszomban már írtam.

3. tézis

Bírálati észrevétel

„A 3. tézist elfogadom, ha számszerű adatok méréseken alapulnak (mert a kérdőíves felmérés 2. tézisben bemutatott eredményeivel ellentmondásban vannak) és a három alcsoport kialakításának módja tisztázásra kerül.”



Válasz:

A tézis hőkomfort mérési eredmények (PMV, PPD) alapján lett megfogalmazva, melyeket az M4. Melléklet tartalmaz (107. oldal). Alcsoportok nem léteznek, a „12. Bírálati észrevétel”-re adott válaszomban már leírtam.

4. tézis**Bírálati észrevétel**

„A 4. tézis csak laza szálakkal kötődik a célkitűzésekben megfogalmazott témához, nincs köze a méréshez. Egyszerű közelítő számítások alapján közöl korlátozott érvényű, nyilvánvaló megállapításokat, amelyeket nem tekintek tudományos eredménynek.”

Válasz:

A tézis megfogalmazása a disszertációban:

„A BME Gépészmérnöki kar Levegőminőség laboratóriumban levegőminőség vizsgálatokat folytattam a hazánkban alkalmazott belsőépítészeti anyagokkal. A laboratóriumban 2005-2007 között öt mérésorozatot végeztünk. A mérésorozatokban összesen 196 fő élőalany (egyetemi hallgató) vett részt, mérésorozatonként 33-45 fő. A levegőminőség vizsgálatokat mérésorozatonként 8-8 belsőépítészeti anyagra vonatkozóan végeztem el. Összesen 35 belsőépítészeti anyagot vizsgáltam, ezek közül a disszertációba 8 jellegzetes anyag eredményeit mutatom be. A részletes értékelésre kiválasztott élőalanyos vizsgálatokban 45 fő (39 férfi, 6 nő) vett részt, nyolc különböző belsőépítészeti anyagot értékelték szagimisszió szempontjából. Az értékelés két skála alapján történt:

- Hedonic diszkrét ordinális skála,
- Fanger fokozatmentes skála.

Így ugyanarra a mintára az élőalany két értéket adott meg. A Hedonic-skála diszkrét értékét (H) egy ötfokozatú, nem szimmetrikus skálán (kellemes, semleges, kellemetlen, nagyon kellemetlen, elviselhetetlen), továbbá a Fanger fokozatmentes skálán $[-1; +1]$ intervallumban. Matematikailag egy „ H ” ordinális, nem szimmetrikusan rendezett mérési eredmény kategória változóról és egy „ F ” arányskálás fokozat nélküli változóról van szó. A matematikai statisztikai kiértékeléskor az IBM SPSS Statistics programot használtam.

Azt a nullhipotézist vizsgáltam, hogy a két változó között nincs kapcsolat. A hipotézis szignifikancia szintje 0,01-nél kisebb, ezért erős a kapcsolat. Alakfelismerési modell alkalmazása is igazolta az erős kapcsolatot.

Belsőépítészeti anyagok esetében elvégeztem a Hedonic és Fanger-skála eredmények korreláció vizsgálatát Pearson-féle r korrelációs mérőszám, a Kendall-féle τ rangkorrelációs mérőszám, valamint a Spearman -féle ρ rangkorrelációs mérőszám meghatározása alapján. A korrelációs mérőszámok

minden esetben negatívok és szignifikánsan erős a korrelációs kapcsolat. A negatív irányú korreláció a két skála ellentett irányultságából adódik. Elegendő a belsőlevegő-minőség vizsgálatot az egyik skála szerint elvégezni a vizsgált anyagminták esetében. A vizsgált anyagminták szagemisszió szempontjából lefedik a hazánkban alkalmazott belsőépítészeti anyagokat. Így az élőalanyos belsőlevegő-minőség vizsgálatok időigénye és költségráfordítása csökkenthető, hatékonysága növelhető. A vizsgálataim igazolták, hogy a Fanger-skálán kapott értékekből a Hedonic-skála kategóriái 63,9%-os pontossággal meghatározhatók. Ez szignifikánsan magasabb a véletlenszerű eredmény 20% pontosságánál.

Korrelációs számítás összefoglaló táblázata

	Pearson-féle r	Kendall-féle τ	Spearman-féle ρ
$F_1 - H_1$	-0,761**	-0,666**	-0,788**
$F_2 - H_2$	-0,850**	-0,709**	-0,816**
$F_3 - H_3$	-0,829**	-0,744**	-0,866**
$F_4 - H_4$	-0,829**	-0,725**	-0,836**
$F_5 - H_5$	-0,740**	-0,588**	-0,695**
$F_6 - H_6$	-0,762**	-0,595**	-0,705**
$F_7 - H_7$	-0,844**	-0,732**	-0,834**
$F_8 - H_8$	-0,880**	-0,741**	-0,859**
$F - H$	-0,829**	-0,703**	-0,823**

** : korreláció 0,01 szignifikancia szint alatti (2-oldali)”

Továbbá a 14. Bírálói észrevételre adott válaszomat tudom ismételni.

5. tézis

Bírálói észrevétel

Bíráló a tézist elfogadja

Válasz:

Köszönöm az elfogadást.

Végezetül ismételtelen köszönöm Professzor Úr bírálatát. Köszönöm, hogy javasolja az értekezés nyilvános vitára bocsátását és tisztelettel ajánlom figyelmébe válaszaimat, kérve az elfogadásukat.

Budapest, 2020. szeptember 3.



Dr. Kajtár László